LE TRACTEUR AGRICOLE

VOLUME 1

ENTRETIEN DU MOTEUR DIESEL STANDARD

Plateforme machinisme Agricole

Bernard ANGONIN

AGRICULTURES & TERRITOIRES
CHAMBRE D'AGRICULTURE NOUVELLE-CALÉDONIE

S O M M A I R E

INTRODUCTION

CHAPITRE A. Le circuit de carburant:

1) Description du circuit de gas-oil.
   a) Le réservoir.
   b) La pompe d'alimentation.
   c) le ou les filtres.
   d) La pompe d'injection.
   e) Les injecteurs.
   f) les différents circuits.

2) Entretien du circuit de gas-oil.
   a) Le stockage.
   b) Le circuit de gasoil.
      b1) Le réservoir.
      b2) La pompe d'alimentation.
      b3) Les filtres.
      b4) La pompe d'injection.
      b5) Les injecteurs

CHAPITRE B. Le circuit de comburant:

1) Description du circuit de comburant.
   a) La préfiltration.
   b) La filtration.
   c) Les options possibles sur un circuit de comburant.

2) Entretien du circuit de comburant.
   a) Entretien du préfiltre.
   b) Entretien du filtre.

CHAPITRE C. Le circuit de lubrification:

1) Rôles du circuit de lubrification.

2) Principe de la lubrification.
   a) Description du circuit de lubrification.
   b) Le réservoir.
   c) La crépine d'aspiration.
   d) La pompe à huile.
   e) le filtre.
   f) les moyens de contrôle.

3) Entretien du circuit de lubrification.
   a) Le niveau d'huile du moteur.
   b) Le remplacement de l'huile: la vidange.
   c) le remplacement du filtre à huile.
   d) Vérification des éléments de contrôle.

CHAPITRE D. Le circuit de refroidissement:

1) Rôles du circuit de refroidissement.

2) Principe du refroidissement.
a) Le circuit de refroidissement par air.
b) Le circuit de refroidissement par eau+air.

3) Description du circuit de refroidissement.
a) Schéma simplifié d'un circuit de refroidissement par eau+air.
b) Le radiateur.
c) La pompe à eau.
d) Le ventilateur.
e) Le thermostat.
f) Les durites de raccordement.
g) La courroie de transmission.
h) le liquide de refroidissement.

4) Entretien du circuit de refroidissement.
a) Le circuit de refroidissement par air
b) Le circuit de refroidissement par eau+air.
b1) Le radiateur.
b2) Contrôle du liquide de refroidissement.
b3) Contrôle du bouchon du radiateur ou du vase d'expansion.
b4) Contrôle de la courroie du ventilateur.
b5) Contrôle des durites.
b6) Contrôle des éléments de sécurité.

CONCLUSION.

Reproduction totale ou partielle du document autorisée sous réserve de mentionner l'auteur:
ANGONIN Bernard – Chambre d'agriculture de Nouvelle Calédonie, Plateforme Machinisme Agricole.

L'ENTRETIEN DU MOTEUR DIESEL

INTRODUCTION:

Un moteur diesel est un transformateur d'énergie calorifique en énergie mécanique:

- **Energie calorifique = énergie produite par une combustion (chaleur)**

  La combustion est obtenue par l'association de deux éléments mis en présences et provoquée par un "déclencheur":

  - **Le carburant: pour un moteur diesel = gas-oil.**
  - **Le comburant: l'oxygène de l'atmosphère qui nous entoure**
  - **Le "déclencheur" (appelé scientifiquement catalyseur) est la chaleur produite lors de la phase compression du moteur: environ 600°C**

- **Energie mécanique = énergie produite par le mouvement de pièces mécaniques**

  Les pièces en mouvement du moteur sont constituées de pièces métalliques de différentes compositions dont certaines sont mobiles et d'autres fixes.

Malheureusement, durant cette transformation deux constats négatifs majeurs sont à déplorer:

1. **Toute l'énergie calorifique n'est pas transformée en énergie mécanique. Une grande partie reste sous forme de chaleur. Le rendement de transformation est estimé, au maximum, à 40%!**

Le remède consistera à équiper le moteur d'un système de refroidissement.

2. **Les pièces en mouvement génèrent des frottements provoquant des échauffements, qui favorisent l'usure rapide des pièces et ont donc une incidence sur la durée de vie du moteur.**

Le remède sera de lubrifier les parties en contact par frottement.

En résumé, un moteur diesel pour fonctionner a besoin de:

- **Carburant = Gas-oil**
- **Comburant = air extérieur**
- **Refroidissement = air, eau**
- **Lubrifiant = huile**

Ils forment les quatre circuits fondamentaux du fonctionnement du moteur diesel.

L'entretien de base d'un moteur diesel sera donc de veiller à ce que ces quatre circuits puissent fonctionner de manière quantitative et qualitative.

Quantitatif: il s'agira de contrôler que les éléments liquides et gazeux nécessaires aux fonctionnements des différents circuits, seront présents en quantité suffisante.

Qualitatif: il s'agira de surveiller que ces mêmes éléments seront de qualité requise pour remplir leurs rôles.

L'entretien d'un moteur n'est pas une "recette de cuisine", il doit être ritualisé afin d'analyser l'évolution de certains contrôles, mais aussi circonstancié afin de ne pas banaliser le terme entretien. Chaque lecture, observation, intervention ou contrôle doit pouvoir être interprété par son opérateur: on parle alors "d'entretien intelligent". Il sera alors perçu comme une nécessité et non plus comme une corvée.

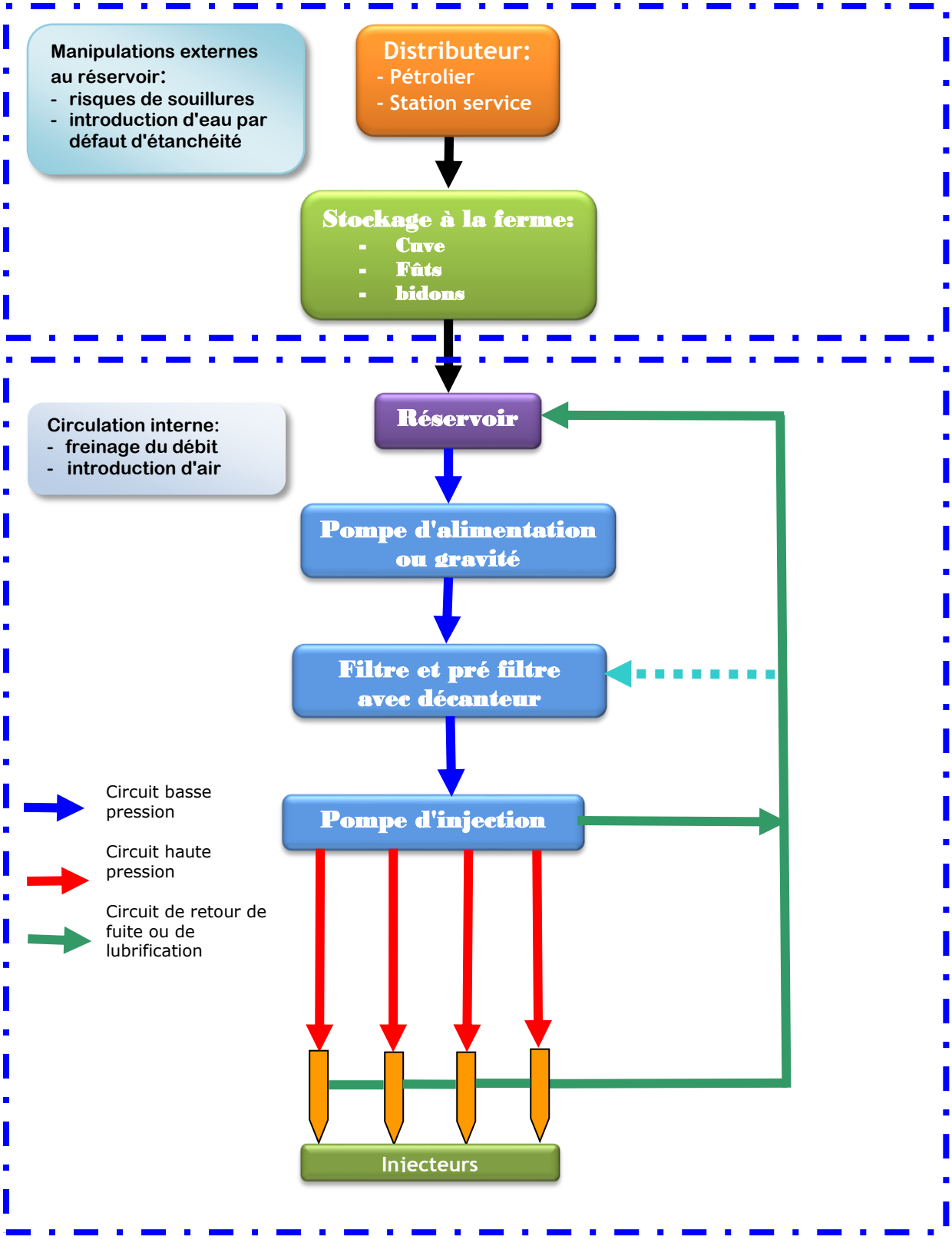
Chapitre A: LE CIRCUIT DE CARBURANT:

Dans le cas du moteur diesel le carburant utilisé est le gas-oil. C'est un carburant moins dangereux que l'essence car il ne s'enflamme pas instantanément, sauf s'il est chauffé au préalable. Néanmoins, il est classé comme nocif pour la santé humaine, il faut éviter le plus souvent possible tout contact avec la peau (produit cancérigène).

Afin de bien définir l'entretien du circuit de gas-oil il est impératif de considérer que le circuit d'approvisionnement du moteur ne commence pas au réservoir mais au niveau de l'approvisionnement. Beaucoup d'erreurs sont commises à ce stade et il faut savoir avant toute chose:

LE PIRE ENNEMI DU GAS-OIL: C'EST L'EAU

Il est assez facile de séparer des impuretés solides d'un liquide grâce à un filtre conventionnel; mais séparer deux liquides, même s'ils n'ont pas la même densité, sera très difficile, surtout lorsqu'ils sont en mouvement.
La présence d'eau dans le carburant aura une grande influence sur le rendement du moteur. Mais avant tout, elle corrodera (rouille) les circuits internes de la pompe d'injection et des injecteurs, créant des pannes souvent irréversibles ou très coûteuses.



TRAJET DU GASOIL DEPUIS SON STOCKAGE JUSOU'AUX INJECTEURS

1) Description du circuit de gas-oil:

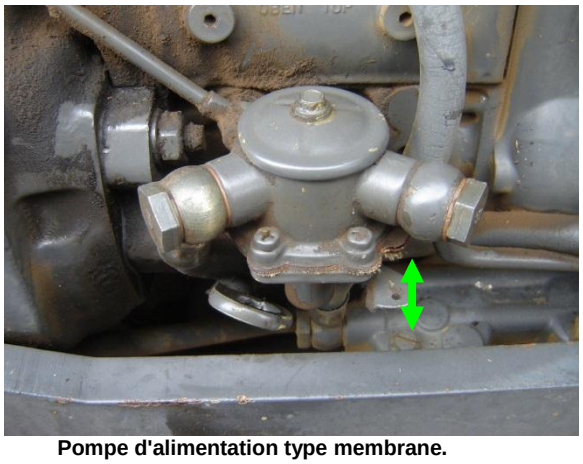
a) Le réservoir:

C'est le contenant du carburant. Il est composé par trois éléments:

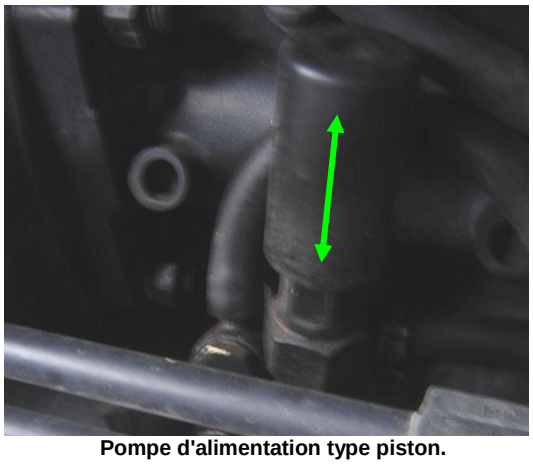
- le bouchon qui permet le remplissage, mais aussi lors du fonctionnement du moteur, permet à l'air extérieur de compenser en volume la consommation de carburant. Il comporte également un joint d'étanchéité pour éviter toute pénétration de poussière ou eau (pluie, lavage).
- le réservoir proprement dit peut être en tôle d'acier ou en polypropylène, sa capacité dépend avant tout de la puissance du tracteur et de procure une autonomie de travail d'au moins dix heures.
- Le robinet de fond de cuve. Il n'est présent que sur les réservoirs positionnés en hauteur afin de couper la circulation du gas-oil vers le circuit d'injection et permettre des interventions sans avoir à le vidanger. Pour les circuits en aspiration (réservoir sous la cabine), il n'y a pas de robinet.

b) La pompe d'alimentation:

Elle n'est pas toujours présente. Son rôle est de gaver le circuit en amont de la pompe d'injection. On distingue généralement deux modèles: à piston fixée et entraînée sur les pompes d'injection du type en ligne (ZETOR) ou à membrane, fixée sur le bloc moteur (FENDT, RENAULT, VALTRA, JOHN-DEERE, etc.). Elles sont entraînées par l'arbre à came du moteur (pompe à membrane) ou par la transmission de la pompe d'injection (pompe à piston) et assure la mise en pression du circuit primaire encore appelé basse pression à une valeur maximum de 1,5 à 2 bars.



Pompe d'alimentation type membrane.



Pompe d'alimentation type piston.

c) Le ou les filtres:

Lorsqu'ils sont deux on parle alors de préfiltre et de filtre. Ils sont les derniers remparts pour éviter que de l'eau ne pénètre jusqu'aux composants (pompe d'injection et injecteurs) de l'injection du carburant dans le moteur.
Le rôle du préfiltre et du filtre n'est que de séparer les impuretés solides en suspension dans le carburant. Ces particules sont majoritairement introduites accidentellement lors des différents transvasements des contenants (fûts, bidons, pompes manuelles ou électriques) jusqu'au réservoir.
Quelques fois le préfiltre ou le filtre peut être équipé d'un bol décanteur (bol en verre transparent) permettant de contrôler visuellement la présence d'eau. Si le tracteur n'est pas équipé d'origine d'un décanteur, il est toujours possible d'en ajouter un ou d'utiliser des filtres possédant une vis de vidange permettant un contrôle par prélèvement et décantation. Ce

contrôle est dit "aveugle" puisqu'il est impossible de vérifier une présence d'eau par contrôle visuel direct, il faut donc le réaliser au moins une fois toutes les 50 heures ou une fois par semaine.

Ci contre: filtre jetable avec vis de vidange d'eau.
Ci-dessous: cartouche filtrante externe avec ses joints (vendus ensemble).

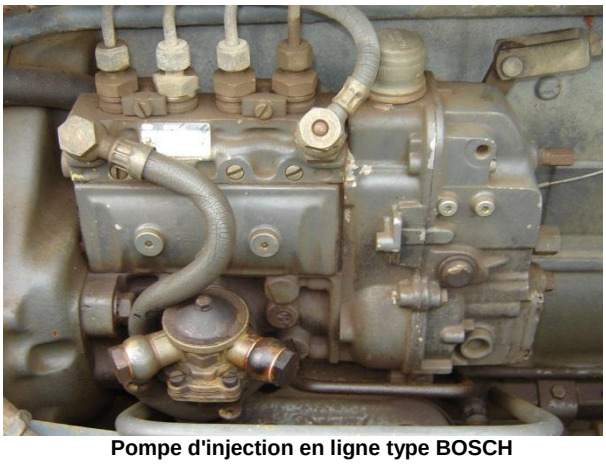
Cartouche filtrante interne avec ses joints

Montage du joint supérieur

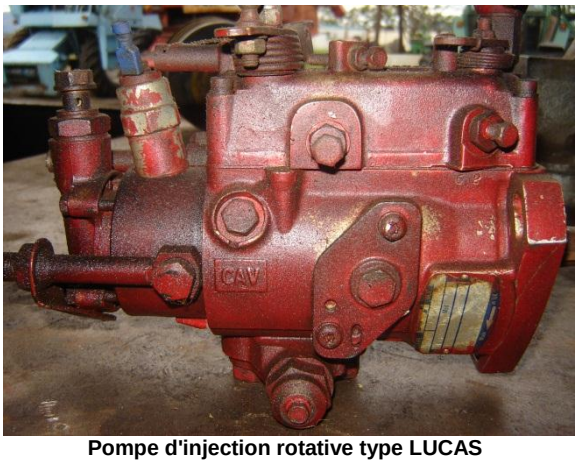
d) La pompe d'injection:

C'est un ensemble mécanique indépendant entraîné par le moteur dont la fonction n'est que de doser et distribuer vers les injecteurs, à un moment précis du fonctionnement du moteur, une quantité variable carburant. La pompe à injection ne dessert qu'un seul injecteur à la fois. Cet ensemble mécanique très complexe est composé de pièces ajustées au millième de millimètre.
Sa lubrification interne est assurée par le gas-oil c'est pourquoi une présence d'eau dans le carburant provoquera à moyen terme une corrosion irréversible, pouvant nécessiter le remplacement complet de la pompe (valeur marchande entre 200 et 300 000 F pour des modèles courant).
Seul un diéséliste confirmé peut intervenir sur une pompe d'injection. Sa remise en service sur le moteur, exige un calage très précis, il ne faut donc pas s'improviser mécanicien pour économiser quelques milliers de francs de main d'œuvre, mais laisser le soin à un mécanicien agréé le soin d'effectuer les travaux de réinstallation.
Les nouveaux moteurs du type haute pression d'injection (HDI) ou rampe commune d'injection (CRDI), ont un système d'injection du gas-oil différent d'un circuit classique mais

toujours géré par un calculateur électronique. Il est donc impossible d'y avoir accès sans un équipement informatique adéquat (programmations et réglages) ainsi qu'une formation très spécifique.



Pompe d'injection en ligne type BOSCH



Pompe d'injection rotative type LUCAS

Il n'y a pas d'entretien particulier pour les pompes d'injection quelques soit leurs types. Dans la majorité des cas les pannes rencontrées sont la conséquence d'introduction d'eau dans le circuit. Les réparations sont possibles mais aboutissent souvent à un remplacement par du neuf peu de temps après.

e) Les injecteurs:

Ce sont eux qui pulvérisent le carburant dans le cylindre du moteur. Cette pulvérisation doit être parfaite pour une combustion optimum. Comme la pompe d'injection ils sont constitués d'éléments ajustés au millième de millimètre, donc toute corrosion (eau) altèrera leurs fonctionnements. La pression d'injection est variable selon le type des moteurs: 140 bars pour un moteur à injection indirect jusqu'à 1800 - 2000 bars pour un moteur HDI ou CRDI.
Un injecteur qui fonctionne mal ne se répare pas, il faut changer la partie principale appelée pointe d'injecteur. Pour contrôler le bon fonctionnement d'un injecteur et éventuellement le réparer, seul un mécanicien diéséliste peut le faire. Ce type d'intervention nécessite une procédure de contrôle complexe réclamant un outillage spécialisé. Une pointe d'injecteur coûte en moyenne 7 à 8 000 F pour un injecteur standard et peut aller jusqu'à 100 000 F pour un moteur à très haute pression d'injection.

Injecteur complet.

Vue éclatée.

Détail d'une pointe d'injecteur.

f) Les différents circuits:

Le circuit basse pression: il part du réservoir pour aboutir à la pompe d'injection. C'est durant ce trajet que le gas-oil va être débarrassé de ses impuretés solides et qu'il sera encore possible de vérifier s'il y a présence d'eau. Il ne doit pas y avoir de présence d'air dans ce circuit donc chaque fois que ce circuit a été ouvert, il faut procéder à une opération de purge dans un ordre bien précis:

Préfiltre → filtre → pompe d'injection

Cette procédure est rendu possible par la pompe d'alimentation qui peut-être actionnée à la main (quel que soit son modèle).

Le circuit haute pression: Il est limité aux tuyaux qui relient la pompe d'injection aux injecteurs. Ces tuyaux sont rigides et de mêmes longueurs, ils ne doivent donc pas être démontés sans raison valable et surtout ne pas être déformés ou plié. L'intérieur de ces tuyaux est très fin (moins de 1mm de section) et toute déformation réduira leurs sections internes avec une incidence directe sur le fonctionnement du moteur (déséquilibre des quantités injectées dans les différents cylindres). La pression dans ces canalisations varie selon le type du moteur (140 à 2000 bars) c'est pourquoi le circuit est dénommé "haute pression".

Le circuit de retour de fuites ou de lubrification: il correspond au retour du gas-oil ayant servi à la lubrification de l'intérieur de la pompe d'injection ainsi que des injecteurs. Ce gas-oil étant souillé il ne peut plus être utilisé tel quel, c'est pourquoi il doit retourner au réservoir afin de repasser par le système de filtration et être à nouveau utilisable comme carburant. Parfois le circuit de retour peut aboutir également à l'entrée des ou du filtre.

2) Entretien du circuit de gas-oil:

a) Le stockage

L'entretien commencera avant tout au du stockage. La quantité autant que le type d'entreposage aura son importance. La règle de base est de ne pas stocker de trop grande quantité. Certes, on recherchera le plus souvent possible une grande autonomie, mais un carburant stocké trop longtemps de dégrade naturellement. Il est donc souhaitable de renouveler son stock assez fréquemment ce qui correspond à environ un mois de besoin. Dans la réalité, les consommations sont irrégulières tout au long de l'année, mais il ne faut jamais attendre que la cuve ou tous autres récipients soient vides pour penser les remplir.

Le type de contenant retenu pour le stockage influera beaucoup sur les risques potentiels de pollution du carburant:

a.1) Remplissage à la pompe de la station-service la plus proche:

- Peu de risque de pollution car les cuves subissent régulièrement des contrôles par les pétroliers dépositaires.
- Manque de souplesse des approvisionnements surtout si la station est assez éloignée de l'exploitation.

a.2) Transferts journaliers station-service → tracteurs à l'aide de bidons ou d'un fût de récupération:

- Gestion assez lourde.
- Risque de pollution importante par fuite dans le véhicule de transport.
- Dégradation rapide des contenants suite aux chocs répétés dans la benne.
- Transferts contenants →réservoir, peu aisé et souvent polluant.

a.3) Stockage de moyenne capacité à la ferme 400 500 litres:

- **Cas N°1: utilisation de fûts de 200 litres recyclés:**
  - Investissement de faible coût (récupération ou achat unitaire de l'ordre de 2000 F).
  - Risque majeur de pollution du carburant surtout si les fûts sont âgés et qu'ils sont stockés en extérieur.
  - Pas de normes de stockage.
  - Transferts contenant réservoir pas toujours rationnel.
  - Manutention lourde si ravitaillement en station-service.

- **Cas N°2: utilisation de cuve de transfert spécialisée:**
  - Investissement assez lourd (de l'ordre de 300 à 400 000 F selon les équipements (compteur, double cloison, etc.).
  - Nécessite des moyens de manutention, adaptés pour le déchargement au sol.
  - Stockage important de l'ordre de 400 à 500 litres.
  - Rotation rapide.
  - Peu sensible aux chocs et à la corrosion.
  - Permet des transferts en tous points propres et sécurisés.
  - Peut être stocké en extérieur.

a.4) Stockage en cuve fixe:

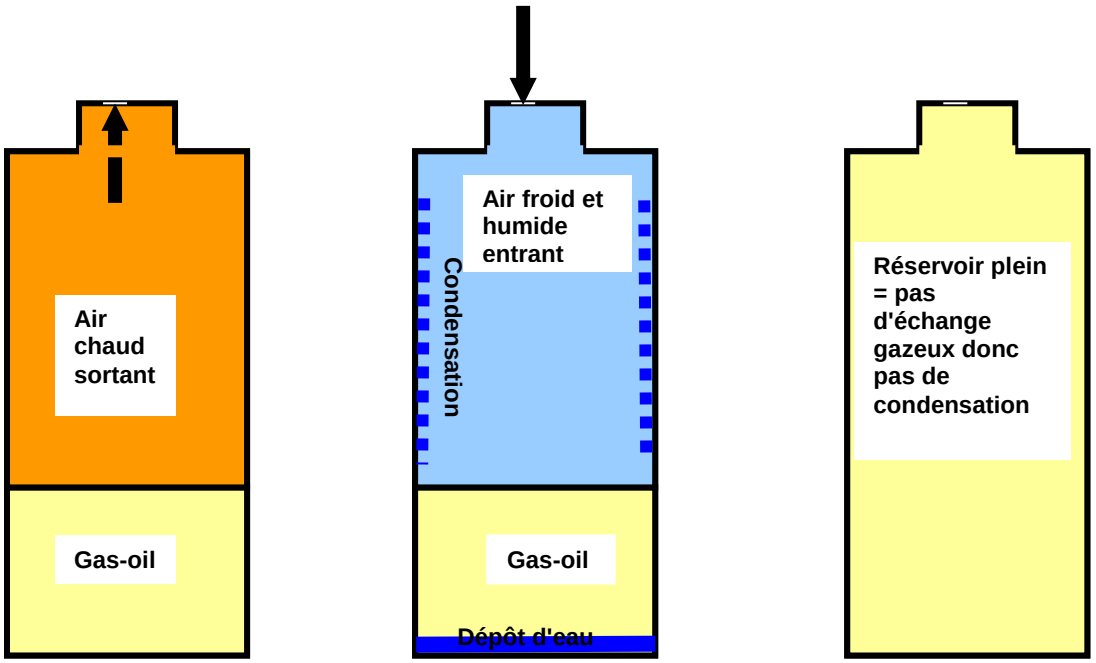
- Grosse capacité de stockage 3 à 5000 litres donc autonomie importante (un à deux mois en pleine saison).
- Si cuve prêtée par un pétrolier: obligation d'approvisionnement à son enseigne et souvent selon une quantité annuelle minimum.
- L'achat d'une cuve représente un investissement lourd (500 à 600 000 F pour une cuve de 3000 litres)
- Normes d'installations très contraignantes: bac anti-pollution, toit de protection, sécurité anti-incendie, etc.
- Obligation de surélever la cuve (+ 3 m) pour un transfert gravitaire ou achat d'un équipement électrique.
- Prévoir un plan de circulation pour les camions de ravitaillement.
- Immobilisation de trésorerie importante.
- N'élimine pas les transferts de quantité moyenne pour les moteurs à poste fixes ou les machines éloignées ne rentrant pas tous les soirs (motopompe, moissonneuse batteuse, tracteurs, etc.).

Quelques soit les modes de stockage et de transfert, ils sont responsables de la majorité des défauts de fonctionnement d'un circuit de carburant!

b) Le circuit de gas-oil:

b.1) Le réservoir:

On ne parlera pas d'entretien mais de précaution. L'objectif est toujours le même à savoir empêcher l'eau de remonter jusqu'aux organes d'injection. Or le seul risque naturel de voir apparaître de l'eau dans le réservoir est un phénomène de condensation nocturne. Pour éviter ce phénomène, il est conseillé de réaliser le plein du réservoir en fin de journée ou en fin de tâche.



Si le plein du réservoir n'est pas réalisé en fin de tâche, il y aura échange gazeux avec l'extérieur: l'air chaud qui remplace le gas-oil consommé par le moteur, plus dense, s'échappera par le trou du bouchon du réservoir.

Durant la nuit l'air intérieur se refroidira tout en perdant de sa densité. L'air extérieur plus frais et chargé de vapeur d'eau pénètrera à l'intérieur et au contact des parois du réservoir se condenseront pour former de petites gouttelettes d'eau qui petit à petit se déposeront au fond.

Si le plein est réalisé après l'activité journalière, il ne pourra pas y avoir d'échanges gazeux nocturne. Le risque de voir apparaître de l'eau dans le circuit sera quasiment nul. Cela n'évite pas d'éliminer l'eau introduite lors des remplissages du réservoir (contenant pollués).

b.2) La pompe d'alimentation:

Le seul entretien possible est le nettoyage du filtre tamis, présent surtout dans les pompes à membranes et des petites cloches de décantation fréquentes sur les pompes à piston. Ces nettoyages sont à vue lorsqu'il s'agit des cloches de décantation et après démontage lors des changements de filtres pour les tamis des pompes à membranes.

b.3) Les filtres:

Un filtre à gas-oil ne se nettoie pas mais doit être remplacé par un neuf selon **une périodicité moyenne de 300 heures en Nouvelle Calédonie**, (les constructeurs conseillent pourtant un remplacement toutes les 500 heures d'utilisation).
Le carburant importé en Nouvelle Calédonie est désormais moins polluant, mais compte tenu des variations de température jour-nuit et des conditions de stockage, pas toujours très rationnelles, il est préférable de réduire les intervalles de remplacement à 300 heures.
Le remplacement d'un filtre nécessite obligatoirement le remplacement de tous les joints. Ceux-ci doivent être fournis avec le filtre dans sa boîte et non pas vendus à part.
N'oubliez pas de purger le circuit basse pression dont font partie le ou les filtres lorsque vous les remplacez!

Montage des filtres en tandem.

Montage en filtre unique.

b.4) la pompe d'injection:

Il n'y a pas d'entretien sur une pompe d'injection. Sauf prescriptions particulières du constructeur indiquées dans le livret d'entretien du tracteur. Tous travaux de démontage (désolidarisation du moteur), d'ouverture, et de remontage sur le moteur réclament des connaissances particulières.

b.5) Les injecteurs:

Ils sont composés de deux parties: le support dans lequel on trouvera les éléments qui permettent leurs réglages et la tête composé de deux parties: l'aiguille et la tête de l'injecteur qui assurent la pulvérisation dans le cylindre.

Bien que ce ne soit pas un entretien préliminaire, il est conseillé de faire un contrôle de la justesse de la pression d'injection ainsi que de la qualité de la pulvérisation toutes les 2000 heures de fonctionnement. Comme pour la pompe d'injection, seul un spécialiste peu effectuer ces travaux de contrôle.

Résumé entretien du circuit de carburant:

ENTRETIENS QUALITATFS:

- **Contrôle permanent du stockage ou des contenants servant au remplissage du réservoir.**
- **Contrôle du bol décanteur avant chaque mise en œuvre journalière.**
- **Remplacement du ou des filtres toutes les 300 heures d'utilisation.**
- **Contrôle des injecteurs au moins une fois toutes les 2000 heures d'utilisation.**

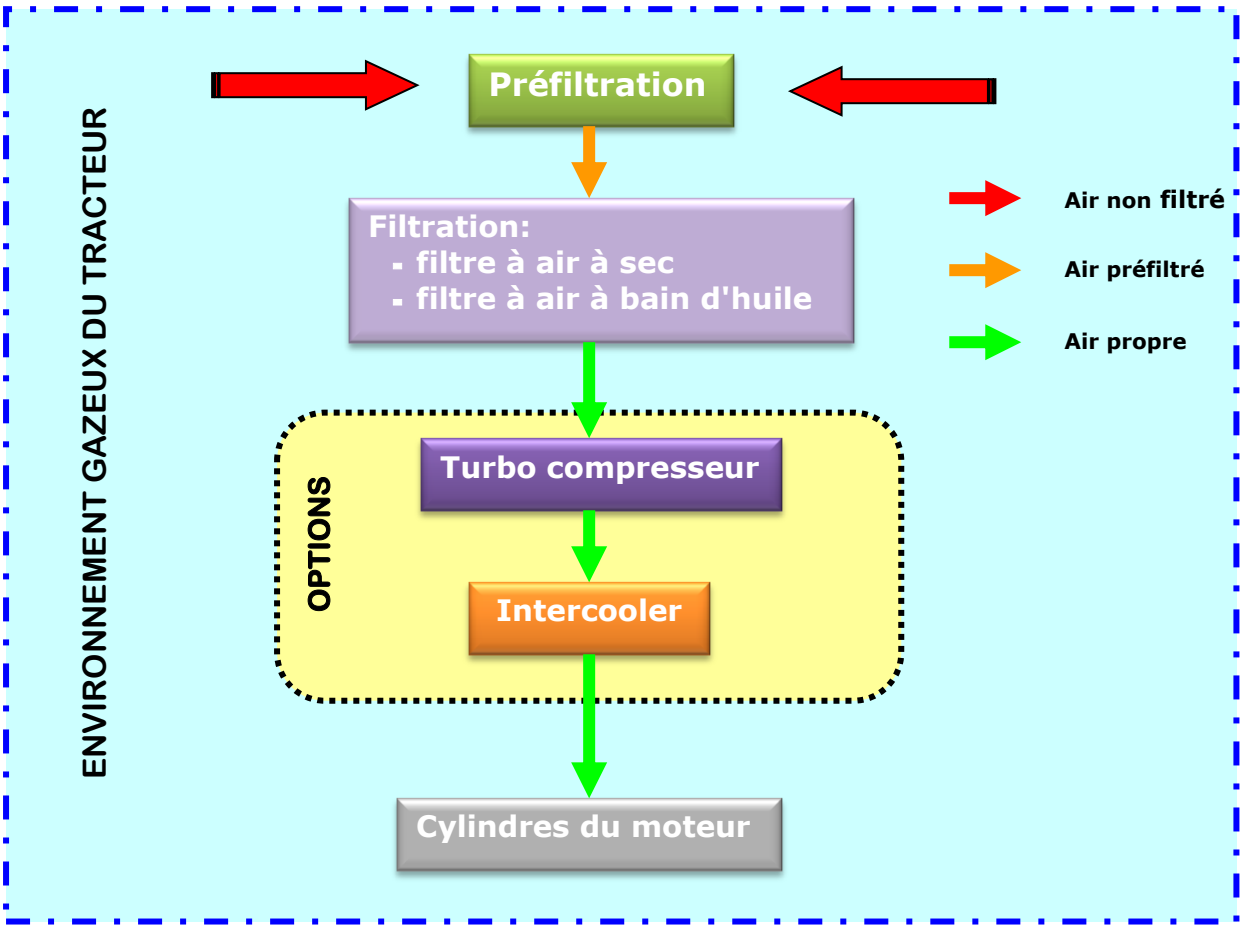
ENTRETIEN QUANTITATIF:

- **Remplissage du réservoir le plus souvent possible en fin d'activité journalière.**

Chapitre B: LE CIRCUIT DE COMBURANT:

1. Description du circuit de comburant:

Pour assurer la combustion dans les cylindres du moteur, il est obligatoire que le carburant injecté soit mélangé intimement et selon un ratio très précis (1 gramme de carburant pour 15 grammes d'air), avec un comburant en l'occurrence de l'oxygène. Cet oxygène est prélevé par aspiration du moteur et fait partie de la composition de l'atmosphère qui nous entoure.



En agriculture la majorité des travaux d'un tracteur se font en milieu ou l'atmosphère de proximité est souvent très fortement chargée de particules solides (poussières, menues pailles, insectes, etc.) mise en suspension par le tracteur lors des déplacements ou par le fonctionnement des machines. Le circuit de comburant sera donc constitué, indépendamment d'équipements techniques comme le turbo et l'intercooler), par un ou plusieurs équipements de filtration afin que l'air aspiré arrive parfaitement propre aux cylindres.

Toute pénétration de particules solides sous quelques formes que ce soit, aura pour conséquences, lors de la combustion, de créer des dépôts carbonisés, appelés communément calamine, qui diminueront les performances du moteur et hypothèqueront fortement sa durée de vie.

Bien que cela ne soit pas standard sur tous les tracteurs, un circuit de comburant devrait être composé de deux éléments: ***un préfiltre et un filtre.*** Le préfiltre n'est pas systématiquement installé sur les tracteurs vendus en Nouvelle Calédonie. Aussi compte tenu des conditions de travail néo-calédoniennes, souvent très poussiéreuses, ils devraient être installés d'office sur tous les circuits de comburant.

a) La préfiltration:

De nos jours, il n'existe plus qu'un seul type de préfiltre monté sur les tracteurs, il s'agit du préfiltre dit "cyclonique".
L'air aspirée tourbillonne (d'où le terme cyclonique) dès son entrée dans le bol du préfiltre. Ainsi les grosses particules en suspension dans l'air, sont séparées par effet de force centrifuge (attirance vers l'extérieur des particules les plus lourdes) et tomberont dans un récipient périphérique (bol) tandis que l'air en partie nettoyé continuera son cheminement vers le filtre principal.
Le bol est transparent afin que le conducteur du tracteur puisse le vider dès qu'il a atteint un niveau maximum. Ce démontage pour nettoyage ne requiert aucun outillage spécialisé, donc peut-être réalisé à tout moment: le soir après la fin des travaux, en cours de journée, lors d'une pose ou d'une reprise d'activité ou encore le matin lors de contrôles préliminaires.
De plus en plus ce type de préfiltre est surélevé et souvent situé au niveau du toit de la cabine du tracteur pour aspirer un air souvent plus propre qu'au niveau du capot moteur. Cependant cette position le fragilise, surtout lors de travaux à proximité de végétation arbustive.
Il ne s'agit pas d'un gadget décoratif, mais réellement d'un équipement aidant à nettoyer l'air consommé par le moteur. Toutes les particules retirées du bol lors de son nettoyage, n'iront pas surcharger le filtre principal, ce qui limitera considérablement les risques de sous puissance liée au colmatage du filtre à air. Donc vigilance lors de travaux en zone où l'air extérieur est fortement chargé encombrée.

Préfiltre à air complet

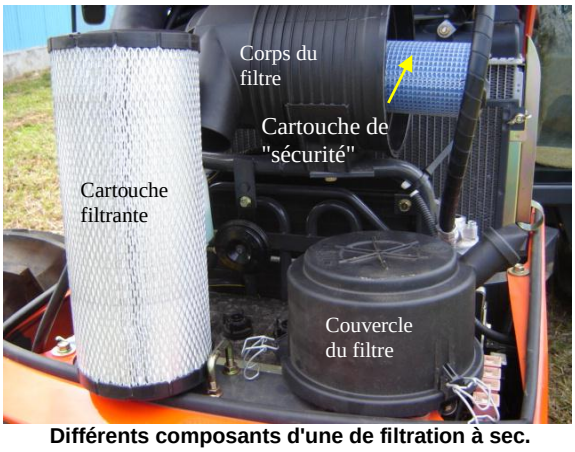
Bol du préfiltre

b) La filtration:

Coté filtre à air deux montages sont possibles:

- **Le filtre à air à sec.** Avec ce type de filtre, l'air est filtré lors de son passage au travers d'une cartouche filtrante cylindrique, composée par du carton aux perforations calibrées et disposé en accordéon afin de maximiser sa surface de filtration. A l'intérieur de cette cartouche filtrante, une seconde cartouche indépendante, plus petite et plus simple (pas de carton en accordéon mais un revêtement en feutre), sert à contrôler d'éventuels passages d'air non filtré suite à des déchirures ou décollement du carton. A l'entrée du filtre une série d'ailettes oblige l'air à se répartir tout autour du filtre avant de traverser la cartouche filtrante.
  Ce mode de filtration est simple de conception mais oblige l'opérateur à disposer d'air comprimé pour son entretien. Ce type de filtre, reconnaissable à son montage horizontal, est très performant pour peu qu'il soit régulièrement entretenu. Sa durée de vie est limitée 1000 heures au maximum et peut être inférieure en conditions de travail extrême (travaux en sols fortement siliceux comme dans l'extrême nord du territoire ou très limoneux comme à Pouembout ou La Foa.

Vue générale d'un filtre à air à sec.



Différents composants d'une de filtration à sec.

- **Le filtre à air à bain d'huile.** Dans ce type de filtration l'air est filtré lors de son passage dans une couche d'huile. Des filtres déshuileurs composés par un maillage de fils métalliques très serrés destinés à éviter que l'huile du bol inférieur ne remonte jusqu'au moteur.
  Ce filtre est reconnaissable à son positionnement vertical. Il est un peu plus complexe qu'un filtre à cartouches, mais plus simple d'entretien (pas besoin de compresseur). Il est cependant moins fiable que le filtre à air à sec et, dans les conditions du territoire, devrait être systématiquement couplé à un préfiltre.

Ci contre: filtre à air à bain d'huile complet.

Ci-dessous: bol à huile.

c) Les options possibles sur un circuit de comburant:

Afin d'augmenter les performances d'un moteur diesel sans changer sa cylindrée, les constructeurs prévoient outre les modifications techniques internes (taux de compression, nombre de soupapes par cylindre, etc.) d'ajouter au circuit de comburant des équipements comme le turbo compresseur et l'intercooler.

- ***Le turbo compresseur*** permet d'augmenter la quantité de comburant introduite dans les cylindres grâce à une turbine entraînée par les gaz d'échappement. Si la quantité d'air admise est augmentée, la quantité de carburant injectée sera proportionnellement augmentée elle aussi, afin de conserver le ratio 1/15. Cet équipement supplémentaire

permet de gagner, à cylindrée égale, environ 20% de puissance. Seul inconvénient: un turbo ne commence à être efficace qu'à partir d'un régime moteur de 1500 tours par minute.

- ***L'intercooler*** est additionné au turbo compresseur pour refroidir au maximum l'air propulsé dans les cylindres (échauffement lié à son passage dans le turbocompresseur). En effet un air refroidi est plus dense qu'un air chaud, donc en refroidissant l'air avant qu'il ne pénètre dans le cylindre, sa masse volumique augmentera permettant l'injection d'une quantité supplémentaire de carburant, ayant pour effet un gain de puissance sans augmenter la taille du moteur (cylindrée). L'intercooler est composé d'un radiateur monté en parallèle avec le ou les autres radiateurs du moteur. En moyenne il permet de procurer un gain de puissance de l'ordre de 10 à 15%.

A noter que ces équipements optionnels ne peuvent être montés qu'en usine par le constructeur car ils nécessitent des modifications importantes au niveau du circuit de carburant (pompe d'injection et injecteurs).

2) Entretien du circuit de comburant:

a) Entretien du préfiltre:

C'est au conducteur de décider du bon moment pour entretenir le préfiltre à air. Les impuretés sont retenues dans un bol transparent, il lui est donc facile de visualiser son niveau et d'intervenir le cas échéant. L'entretien consistera, après démontage du couvercle, à vider le bol et l'essuyer avec un chiffon. Cette opération ne nécessite pas d'outillage (vis "papillon" à faible serrage) et prend deux minutes tout au plus, elle peut donc être réalisée n'importe quand et n'importe où. Attention, le bol est en plastique donc assez fragile! Il ne faut donc pas le cogner contre le châssis ou le pneu pour le vider. N'oubliez pas qu'il peut séparer plus de 50% des impuretés de l'air, améliorant ainsi l'efficacité du filtre à air.

b) Entretien du filtre à air:

- ***Le filtre à air à sec:***

L'entretien du filtre à air à sec ne peut être réalisé qu'avec de l'air comprimé. Les impuretés sont retenues sur la surface extérieure de la cartouche. Le nettoyage consistera à les expulser par un courant d'air dirigé de l'intérieur vers l'extérieur de la cartouche. Afin de ne pas détériorer le carton de filtration il est recommandé de ne pas dépasser une pression d'air de 8 bars (kg/cm²).

Méthode de nettoyage.

Expulsion des poussières.

La périodicité d'intervention est en relation directe avec les conditions de travail du moment. Ainsi dans le cas d'un labour en condition humide à friable, il ne sera pas utile de nettoyer la cartouche, alors qu'en reprise de labour en conditions très sèches avec un outil animés (herse rotative), il faudra la nettoyer une à deux fois par jour. C'est donc au conducteur du tracteur de décider de l'opportunité d'effectuer ou non un nettoyage. Dans le cas de l'utilisation du tracteur par plusieurs chauffeurs, il incombera au dernier utilisateur d'effectuer l'opération d'entretien ou de transmettre les informations relatives aux dernières conditions d'utilisation.

Repère: un filtre à air colmaté à 50% c'est 20% de consommation de carburant en plus

La cartouche filtrante n'est pas inusable surtout si les conditions de travail moyennes de l'exploitation sont très poussiéreuses (gyrobroyage, reprise de labour en conditions sèches). Il est conseillé de la remplacer au moins une fois toutes les 1000 heures d'utilisation du tracteur. En conditions extrêmes (nettoyages plusieurs fois par jour assez fréquents) il est recommandé de descendre à 600 - 700 heures d'utilisation.

La cartouche interne ne se nettoie pas, mais doit être régulièrement pour contrôler l'absence de poussières à sa périphérie. Si des traces d'impuretés sont visibles cela signifiera que la cartouche principale laisse passer des impuretés suite à un décollement du carton ou une perforation (rongeur, mauvaise manipulation). Dans ce cas, il est impératif de la remplacer immédiatement car la cartouche de sécurité risque de se colmater très rapidement avec comme incidence majeur, dans un premier temps, une perte de puissance du moteur caractérisée par des gaz d'échappement très noirs puis des détériorations irréversibles si aucune intervention n'est réalisée (aspiration de l'huile de lubrification du moteur).

Par mesure de sécurité et avant que le colmatage du système de filtration ne soit total, un témoin lumineux s'allumera au tableau de bord du tracteur prévenant le conducteur de l'urgence d'une intervention.

- ***Entretien du filtre à air à bain d'huile:***

Contrairement au filtre à air à sec, ce type de filtre est d'un entretien plus aisé mais plus formel:

- Une fois par semaine au moins, contrôle du niveau d'huile du bol inférieur.
- A chaque vidange de l'huile du moteur, remplacement de l'huile du bol inférieur.
- A chaque vidange de l'huile du bol nettoyage des filtres déshuileurs.

Bien sûr, il n'est pas interdit de remplacer l'huile du bol plus souvent si les conditions de travail sont très poussiéreuses. Mais pour ce type de filtre, l'analyse des conditions de travail doit être faite sur plusieurs jours voir une semaine et non pas sur les quelques heures passées.

Résumé de l'entretien des différents circuits de comburant:

ENTRETIENS QUALITATIFS:

- *Préfiltre*: **état général du préfiltre.**
- *Filtre à air à sec*: **remplacement de la cartouche filtrante au plus toutes les 1000 heures.**
- *Filtre à air à bain d'huile*: **vidange de l'huile du bol et nettoyage des filtres déshuileurs au minimum à chaque vidange de l'huile du moteur.**

ENTRETIENS QUANTITATIFS:

- *Préfiltre:* **nettoyage périodique du bol.**
- *Filtre à air à sec:* **nettoyage périodique de la cartouche filtrante.**
- *Filtre à air à bain d'huile:* **contrôle du niveau d'huile du bol inférieur au moins une fois par semaine.**

Chapitre C: LE CIRCUIT DE LUBRIFICATION:

1) Rôles du circuit de lubrification:

Dans un moteur thermique on accorde trois rôles majeurs au circuit de lubrification:

a. **Ralentir l'usure des pièces en mouvement frottant les unes contre les autres.**
b. **Assurer le refroidissement des parties internes du moteur ne pouvant l'être avec le circuit de refroidissement principal.**
c. **Nettoyer l'intérieur du moteur**.

Le ralentissement de l'usure est réalisé par l'interposition d'un film d'huile entre les pièces en contact. Il est impossible d'éviter l'usure donc une lubrification essayera de la réduire au maximum. S'il n'y avait pas de lubrification dans un moteur, les frottements engendrés provoqueraient une montée en température des matériaux composant les pièces du moteur, jusqu'à leur point de fusion pour certains alliages (ex: coussinets de bielles et du vilebrequin = alliage de cuivre et de plomb = température de fusion de l'ordre de 650°C).
Le rôle de refroidissement accordé au circuit de lubrification est très important. Toutes les pièces internes du moteur ne peuvent pas être refroidies par le circuit de refroidissement principal. Cela concerne surtout les pièces en mouvement: l'embiellage (pistons, bielles et vilebrequin). Le fait de pulvériser de l'huile vers ces éléments contribue à les maintenir à une température adéquate pour leurs bons fonctionnements (risque de déformations).
Enfin, même avec une lubrification performante, l'usure correspondant à l'arrachement de microparticules aux pièces constitutives, ne peut être évitée. Ces microparticules doivent être évacuées sous peine d'accélérer le processus d'usure. L'huile, lors de son retour vers le carter du moteur (réservoir) se chargera de ce travail de transport, puis sera filtrée pour en être débarrassé avant de recommencer un cycle de lubrification.

2) Principe de la lubrification:

Le moteur est lubrifié de trois manières:

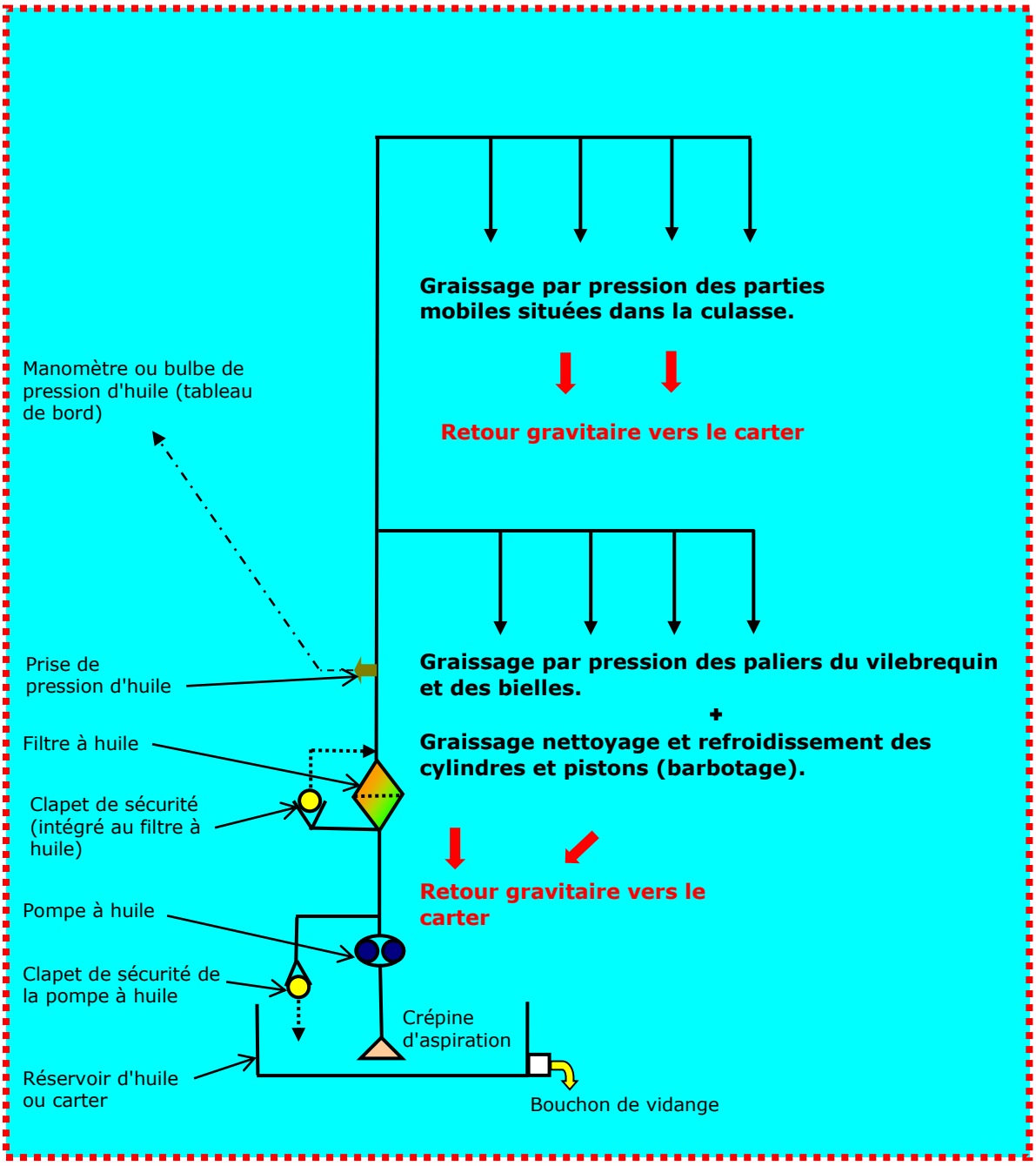
- ***Par pression:*** L'huile est aspirée puis envoyée sous pression vers les organes les plus sensibles (embiellage, arbre à cames, etc.). La pression d'huile est variable selon le régime du moteur, de l'ordre de 3 à 7 bars. Cette pression est contrôlée au niveau du tableau de bord soit par un manomètre ou un témoin lumineux d'alarme. Avant d'arriver à ses points de graissage, l'huile est filtrée.

- ***Par barbotage:*** Lorsque l'huile a lubrifié les paliers de l'embiellage, elle est propulsée par la rotation très rapide du vilebrequin (effet de la force centrifuge), sous les pistons, pour assurer le refroidissement de leurs parties supérieures et lubrifier les parois des cylindres.

- ***Par gravité:*** L'huile redescend par gravité dans son réservoir (carter). Durant le trajet de retour, elle imbibera des pièces dites de second ordre, non lubrifiées par pression et par barbotage.

Les moteurs de forte puissance ou à usages spéciaux (motopompe, moissonneuse batteuse) sont équipés d'un radiateur d'huile externe, placé entre le filtre et l'entrée du circuit de lubrification, évitant à l'huile d'éventuelles surchauffes nuisible à ses rôles.

a) Description du circuit de lubrification:

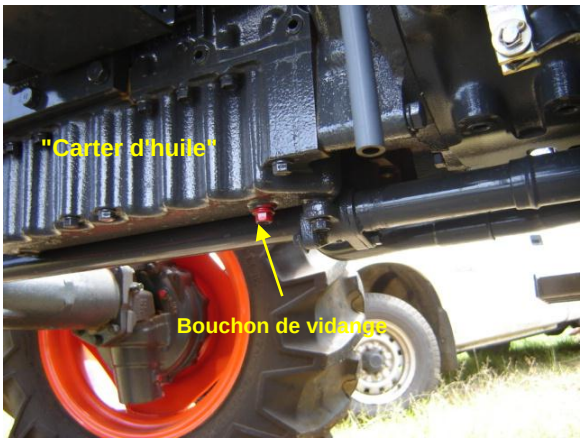

Graissage par pression des parties mobiles situées dans la culasse.
Retour gravitaire vers le carter
Manomètre ou bulbe de pression d'huile (tableau de bord)
Prise de pression d'huile
Graissage par pression des paliers du vilebrequin et des bielles.
+
Graissage nettoyage et refroidissement des cylindres et pistons (barbotage).
Filtre à huile
Clapet de sécurité (intégré au filtre à huile)
Retour gravitaire vers le carter
Pompe à huile
Clapet de sécurité de la pompe à huile
Crépine d'aspiration
Réservoir d'huile ou carter
Bouchon de vidange

b) Le réservoir:

Il est communément appelé "carter" (traduction de réservoir en anglais), et il contient l'huile du circuit de lubrification. La quantité huile stockée est calculée selon la taille et la puissance du moteur.

Dans sa partie la plus basse, est vissé le bouchon de vidange, permettant d'évacuer l'huile lors de son remplacement périodique.

Photo ci-contre:
Positionnement du bouchon de vidange sous le moteur du tracteur



c) La crépine d'aspiration:

Elle est "noyée" dans l'huile dans le fond du réservoir et possède un tamis pour retenir d'éventuelles grosses particules métalliques pouvant être présente dans le réservoir (très rare mais possible).

d) La pompe à huile:

C'est une pompe auto-amorçante du type engrenages. C'est elle qui assure le débit d'huile nécessaire à la lubrification et est capable de monter jusqu'à une pression de 7 à 9 bars pour les moteurs communs. Pour éviter tous risques de surpression, elle est protégée par un clapet de sécurité (BY-PASS en terminologie anglo-saxonne) qui s'ouvre dès que la pression maximum est atteinte.

e) Le filtre:

Deux montages possibles:

- ***Type cartouche filtrante.*** Le corps du filtre (armature extérieure) fait partie intégrante du moteur. Il se démonte afin de remplacer l'élément de filtration qui lui est jetable. A chaque démontage il est obligatoire de remplacer le ou les joints d'étanchéité, intérieur et extérieur. Ceux-ci doivent être fournis avec la cartouche de filtration dans leur carton d'emballage. L'élément de filtration n'est pas recyclable une fois démonté il doit être jeté. Ce type de filtre n'est plus guère employé

- ***Type intégral.*** C'est un filtre monobloc vissé dans le bloc moteur. Il se démonte à l'aide d'une clé spéciale (voir photos page suivante) et <u>se remonte avec un serrage manuel.</u> Ces filtres sont complets, leur joint d'étanchéité et leur clapet de sécurité sont intégrés. Seule précaution à prendre lors du remontage, hormis le serrage, c'est de lubrifier le joint. Comme pour le précédent type de filtre, le filtre usagé ne se nettoie pas: il est jetable et non recyclable.

Filtre intégral.

Cartouche filtrante.

Tous les filtres ou système de filtration possède un clapet de sécurité. Ce clapet permet en cas de colmatage de la partie filtrante, de laisser passer l'huile dans le circuit interne de lubrification.
En mécanique, "mieux vaut lubrifier avec de l'huile sale que pas du tout". Aussi si pour une raison ou une autre, le filtre ne peut remplir son rôle, sa pression interne augmentera provoquant un détournement du flux d'huile par le clapet de sécurité. Cette situation ne peut cependant être durable. L'huile sale n'a pas le même pouvoir de lubrification et détergent (nettoyage) que de l'huile filtrée.
Les deux principales causes liées à l'ouverture du clapet de sécurité sont: l'utilisation d'une huile inappropriée (voir document sur les huiles), et le non-respect des intervalles de remplacement de l'huile et du filtre.

f) Les moyens de contrôle:

Ils sont placés dans le tableau de bord du tracteur sous deux formes:

- ***Manomètre de pression d'huile***. C'est un système à aiguille ou digital permettant de connaître avec précision la pression réelle du circuit de lubrification en fonction du régime du moteur. Avec ce mode de contrôle, le conducteur peut anticiper les anomalies de fonctionnement lorsqu'il a une lecture différente de celle qu'il peut lire habituellement à un régime donné.

Manomètre à indications chiffrées.

Manomètre à secteurs colorés.

Le manomètre est donc un outil de contrôle très fiable pour peu que le conducteur connaisse parfaitement les paramètres de fonctionnement de son moteur (indications fournies dans le manuel d'utilisation du véhicule).
Prenons un exemple: si la circulation de l'huile est anormale, la première conséquence sera une augmentation (colmatage du filtre ou d'un conduit) ou une baisse de la pression interne du circuit (ouverture du clapet de sécurité de la pompe ou manque important d'huile). Un conducteur consciencieux ayant l'habitude de surveiller ses indicateurs de fonctionnement au tableau de bord, se rendra compte, très vite, que la pression est anormalement élevée ou trop basse. Il devra donc interrompre ses travaux pour établir ou faire établir un diagnostic de disfonctionnement évitant ainsi le risque de détérioration du moteur.

- ***Témoin de pression d'huile:***

Il ne s'agit que d'un voyant lumineux avec un symbole en rapport avec l'huile (goutte d'huile avec deux flèches latérales, burette d'huile,…), qui ne s'allume qu'en deux circonstances:

- **Lorsque le contact est actionné mais le moteur n'est pas en marche.** Dans ce cas, il s'allume pour indiquer qu'il est fonctionnel: pas de rupture de circuit de

contrôle, ampoule du voyant opérationnelle. Dès que le moteur sera mis en marche le témoin s'éteindra pour confirmer que le circuit de lubrification est sous pression.

- **En cours d'activité, lorsque la pression d'huile est insuffisante** (maque d'huile, pompe à huile défectueuse). Dans ce cas de figure, il faut impérativement arrêter le moteur et établir un diagnostic. Avec ce type de contrôle le conducteur n'a pas d'indication d'une éventuelle variation de la pression.

2) ENTRETIEN DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION:

L'entretien du circuit de lubrification se résume à quatre opérations:

b) Le niveau d'huile du réservoir ou carter.
c) La vidange de l'huile du réservoir.
d) Le remplacement du filtre.
e) La vérification des éléments de contrôle.

a) Le niveau d'huile du moteur:

Il doit être réalisé au moins une fois toutes les dix heures de fonctionnement du moteur grâce à une jauge à huile située sur un des côtés du moteur. C'est pourquoi il est recommandé de le faire le matin ou avant la première mise en route journalière du moteur. Effectuer un niveau peut paraître simple, mais il y a une procédure à respecter:

1. S'assurer que le tracteur est stationné sur une aire horizontale.
2. Retirer la jauge d'huile et l'essuyer sans faire de lecture au préalable.
3. Replonger la jauge dans son étui, puis la retirer pour effectuer la lecture du niveau.
4. Analyse et remise au maximum si nécessaire.

La jauge possède deux repères indiquant les niveaux minimum et maximum admis. La trace d'huile (facile à repérer) doit **obligatoirement** se situer entre ces deux repères.

Au-delà d'un simple contrôle, le niveau d'huile est un indicateur important c'est pourquoi il doit être réalisé très régulièrement le plus souvent possible par le conducteur du tracteur ou de l'automoteur.
Ce dernier est à même de faire jour après jour, un constat sur l'évolution du niveau et le cas échéant établir un diagnostic:

1. ***A chaque contrôle, le niveau se situe au repère maximum = situation normale.***

2. ***Le niveau d'huile augmente à chaque contrôle = situation anormale: trois cas possibles***

2.a) L'eau du circuit de refroidissement passe dans le circuit de lubrification, l'huile prend une coloration grisâtre. Le passage d'eau se fait au niveau du joint de culasse, il est souvent lié à une surchauffe du moteur. Le moteur n'est plus en état de fonctionner, il faut donc procéder aux réparations et contrôles qui s'imposent. Seul un mécanicien confirmé peut réaliser l'intervention.

2.b) Le gas-oil passe dans le circuit de lubrification. Pas de coloration particulière de l'huile, mais celle-ci dégage une forte odeur de gas-oil et si le passage a été important, elle peut présenter un aspect très fluide.
Deux causes possibles:

- La membrane de la pompe d'alimentation est percée. cas il s'agit d'une panne bénigne qui ne nécessitera qu'une intervention simple (remplacement de la membrane).
- Le joint à lèvres de l'arbre de la pompe d'injection du gas-oil ne remplit plus son rôle. la réparation ne pourra être réalisée que par un mécanicien spécialisé (démontage de la pompe d'injection et recalage lors du remontage après réparation).

Dans les deux cas, il sera nécessaire de vidanger l'huile du moteur et de remplacer le filtre.

2.c) L'huile hydraulique passe dans le moteur au niveau de la pompe hydraulique. Comme pour la pompe d'injection, il s'agit du joint d'étanchéité de l'arbre de la pompe qui ne remplit plus sa fonction. C'est une panne mineure qui peut être réparée sans connaissance mécanique spéciale (démontage de la pompe et remplacement du joint sans avoir à démonter l'intérieur de la pompe, pas de calage au remontage). Comme pour le cas précédent, il sera obligatoire de vidanger l'huile et de remplacer le filtre à huile.

3. ***Si le niveau baisse régulièrement: trois causes possibles (indépendamment de fuites externes importantes):***

3.a) Le moteur est neuf (moins de 300 heures d'utilisation): il peut s'agir d'un mauvais rodage. Souvent l'acheteur est réticent à utiliser son moteur à pleine puissance lorsqu'il vient d'acheter son tracteur. Il en résultera un glaçage des cylindres du moteur ayant comme conséquences une mauvaise étanchéité et un passage d'huile dans la chambre de combustion. Le remède est simple mais devra être supervisé par un mécanicien: remplacement de l'huile moteur préconisée par une huile de qualité légèrement inférieure puis utilisation du moteur à 85 % de sa puissance maxi la plus souvent possible pendant environ 100 à 200 heures. Après ce laps de temps, vidange et remplissage avec l'huile préconisée par le constructeur.

3.b) Le tracteur à moins de 6000 heures mais il effectue des travaux de traction ou à la prise de force nécessitant des efforts importants pendant des périodes assez longues (plusieurs jours d'affilés). On admet donc dans ces conditions, une légère consommation

d'huile. Elle ne doit cependant pas être excessive et ne pas dépasser 10 à 15% de la capacité du carter entre deux vidanges.

3.c) Le tracteur à plus de 7 à 8000 heures et un appoint d'huile est nécessaire en toutes circonstances. Le moteur arrive en fin de vie et la consommation d'huile est consécutive à une usure des pièces internes. A noter que la référence de 7-8000 heures n'est applicable qu'aux moteurs d'ancienne génération d'une durée de fonctionnement ne dépassant rarement 10 000 heures. Les moteurs de nouvelle génération (normes TIERS 3 et 4) peuvent atteindre les 15 000 heures de fonctionnement.

b) Le remplacement de l'huile: la vidange

C'est une opération vitale pour le circuit de lubrification. En effet de par ses rôles, l'huile s'use et devient au fil des heures, moins efficace. Elle doit donc être remplacée par de l'huile neuve avec une fréquence définie par le constructeur (lire le manuel d'entretien fourni avec le tracteur) qui en général se situent aux alentours de:

- 150 – 200 heures pour les moteurs d'ancienne génération (injection mécanique standard), utilisant une huile courante.
- 500 heures pour les moteurs de nouvelle génération (Common rail), utilisant des huiles à hautes performances (huiles de synthèse).

La vidange est une opération qui peut être réalisée sur l'exploitation. Elle se réalise un peu comme une recette de cuisine et ne nécessite pas d'outillage ni d'équipements spéciaux. Elle génère néanmoins des effluents polluants devant faire l'objet d'un stockage et ensuite d'une élimination selon les normes en vigueur.
Les huiles usagées ne doivent pas être rejetées dans la nature ni être utilisées comme produits de traitement (badigeonnage des poteaux de barrière ou de carré de contention).

Procédure de réalisation:

1) *Monter le moteur en température en le faisant tourner quelques minutes (ou effectuer la vidange après un travail).*
2) *Placer le tracteur sur une aire horizontale.*
3) *Arrêt du moteur, immobilisation du tracteur (freins), empêcher tout démarrage (retrait de la clé de contact, déconnexion de la batterie,…).*
4) *Préparation de l'outillage (clés), des accessoires (chiffon, bac de récupération,…), des produits (huile, nettoyant) et des fournitures (joints, filtres,…).*
5) *Ouverture du bouchon de vidange et récupération de l'huile. L'écoulement doit durer 5 à 10 minutes minimum.*
6) *Pendant l'écoulement de l'huile, remplacement du filtre si cela est nécessaire (préconisation du constructeur et indication du carnet d'entretien).*
7) *Remplacement du joint du bouchon de vidange (si joint il y a) et remontage (serrage manuel sans rallonge de clé).*
8) *Mise au niveau de l'huile dans le carter.*
9) *Retrait du bac de vidange et stockage de l'huile usagée.*
10) *Mise en route du moteur et contrôle du témoin de pression d'huile ou du manomètre.*
11) *Après 2 à 3 minutes de fonctionnement arrêt du moteur et contrôle du niveau d'huile; appoint si nécessaire.*
12) *Noter l'intervention sur le carnet d'entretien.*

Pendant l'intervention il est conseillé d'utiliser des gants jetables. L'huile est un hydrocarbure comme l'essence et le gas-oil, un contact fréquent avec ces produits peut entraîner des problèmes dermatologiques graves.

c) Remplacement du filtre à huile.

C'est une opération conjointe avec la vidange de l'huile du moteur. Le remplacement du filtre est programmé par le constructeur du moteur, il est donc impératif de suivre ses recommandations. Faute d'information, on peut normaliser le remplacement du filtre à:

- Une fois toutes les deux vidanges pour les moteurs d'ancienne génération.
- Toutes les vidanges pour les moteurs de nouvelle génération.

Les filtres à huiles utilisés sont dans la majorité des cas des filtres du type intégral jetable. Ces filtres se démontent à l'aide d'outils spéciaux, mais au remontage ils sont ***toujours*** serrés à la main. Ne pas oublier d'huiler le joint du filtre, au préalable.

Clé de dévissage à mors auto serrant.

Clé de dévissage à ruban.

Avant de jeter le filtre à huile à la poubelle, prenez le temps de l'égoutter au maximum.

B. Vérification des éléments de contrôle:

Il ne s'agit pas à proprement parler d'un entretien, mais de simples contrôles à réaliser juste avant et au moment la mise en marche du moteur.

Dans le cas d'un manomètre la vérification s'opère après la mise en marche du moteur. Dès que celui-ci tourne l'aiguille indiquant le niveau de pression du circuit doit décoller de sa position au repos. Puis plus le moteur est accéléré, plus elle doit osciller vers la droite (augmentation de la pression). Pour se stabiliser à la pression maximum annoncée par le constructeur. Toutes observations contraires (manque ou excès de pression) doit faire l'objet d'un diagnostic: problème au niveau du circuit, disfonctionnement du capteur de pression, manomètre hors d'usage?

Dans le cas d'un témoin lumineux la vérification s'opère en deux temps:
- Avant la mise en route du moteur dès que le contact est actionné le témoin lumineux d'alerte de pression d'huile doit s'allumer. Cette étape indique que le circuit de contrôle est fonctionnel.
- Une fois le moteur en fonctionnement, le témoin lumineux doit s'éteindre et ne plus s'allumer. Si en cours de travail le témoin s'allume, il y a danger: arrêt immédiat du moteur.

Si le témoin ne s'allume pas, il s'agit dans la plupart des cas d'une panne électrique: ampoule grillée, fil sectionné, fusible hors service, bulbe de capteur non fonctionnel.

Il ne faut jamais entamer une séquence de travail avec un circuit hors contrôle.

Résumé entretien du circuit de lubrification:

ENTRETIENS QUALITATIFS:

- Vidange de l'huile du moteur selon les préconisations du constructeur.
- Remplacement du filtre selon les préconisations du constructeur.
- Vérification fonctionnelle des éléments de contrôle du circuit (manomètre ou témoin lumineux.

ENTRETIENS QUANTITATIFS:

- Contrôle du niveau d'huile journalier avant la mise en route du moteur.

Chapitre E: LE CIRCUIT DE REFROIDISEMENT:

1) Rôle du circuit de refroidissement:

Il existe deux types de circuit de refroidissement, installés sur les moteurs de tracteur ou d'automoteur:

➔ ***Circuit de refroidissement par air.***

➔ ***Circuit de refroidissement par air + eau.***

Quel que soit son type, un circuit de refroidissement aura pour rôle de maintenir la température du moteur à un certain niveau pour plusieurs raisons:

- Empêcher un échauffement excessif des parties métalliques internes pouvant provoquer leurs déformations et accélérer leurs usures.
- Permettre à l'huile de lubrification d'atteindre une température correspondant à une fluidité optimale et de remplir parfaitement sa fonction.
- Assurer une dilatation idéale des pièces internes du moteur en particulier au niveau des pistons et des segments pour assurer une bonne étanchéité du cylindre lors des phases de compression.

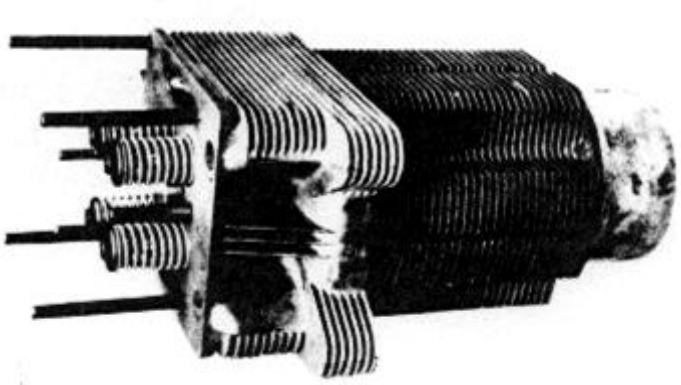
A travers l'énoncé des différents rôles du circuit de refroidissement, il est facile de comprendre l'expression "faire chauffer le moteur". Cette montée en température est vitale pour son bon fonctionnement et influe beaucoup sur la durée de vie du moteur. Il n'est pas nécessaire de faire tourner le moteur, le tracteur à poste fixe, le plus important est de ne pas demander lui des efforts importants en deçà d'un certain seuil (60 à 70 °C ou l'aiguille du manomètre dans le vert).

2) Principe du refroidissement:

La production de chaleur issue de la combustion non transformée en travail (énergie mécanique) doit être évacuée (environ 60% du total). Si Une grosse partie de cette chaleur résiduelle est évacuée par les gaz d'échappement (35%) le reste doit l'être par transfert calorifique avec un élément gazeux (air) ou liquide (eau + adjuvants).

a) Le circuit de refroidissement par air.

Dans un circuit de refroidissement par air uniquement, le refroidissement est assuré par un fort courant d'air dirigé vers les parties les plus chaudes du moteur (bloc moteur et culasse). Ce flux d'air est produit et propulsé par une turbine animée par le moteur lui-même.



Vue complète d'un cylindre et de sa culasse d'un moteur refroidi par air.

Le coefficient de conductivité de l'air est inférieur d'environ 25 fois à celui de l'eau.
Pour évacuer la même quantité de chaleur, il faut donc augmenter considérablement la surface métallique en contact avec le fluide utilisé pour le refroidissement.
Technologiquement cela se traduit par l'utilisation d'ailettes.
Ces ailettes couvrant la totalité des parties à refroidir.
Leur efficacité est liée à la présence de tôleries ou déflecteurs, chargé de canaliser le flux.
En agriculture les moteurs refroidis par air uniquement ont tendance à disparaître peu à peu au profit des moteurs à refroidissement air + eau. Bien que plus simple de conception, ces moteurs sont plus bruyants et plus polluant. C'est pourquoi ils ne sont plus utilisés depuis les nouvelles normes anti-pollution mise en place en Europe (norme EURO II, III et IV). Les principales marques de tracteur encore en activité et ayant ce mode de refroidissement sont DEUTZ et SAME (anciens modèles) ainsi que les moteur LOMBARDINI.

b) Le circuit de refroidissement par eau + air.

Dans ce mode de refroidissement, les excédents de chaleur sont évacués en deux étapes successives:

- Première étape: de l'eau ou du liquide de refroidissement circule en circuit fermé à l'intérieur du moteur grâce à une pompe à eau et absorbe une partie de la chaleur résiduelle qui s'est dispersée dans les parties métallique du moteur.
- Deuxième étape: l'eau ou liquide de refroidissement est dirigé vers un échangeur calorifique (radiateur) dont le rôle est de la refroidir grâce à un flux d'air, avant qu'elle ne recommence un cycle.

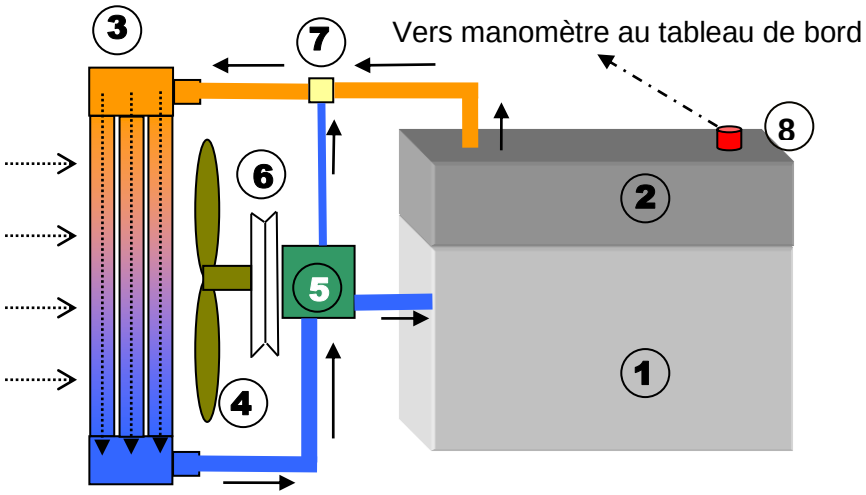
Un circuit de refroidissement par eau et air est beaucoup plus complexe qu'un circuit à air seul. Le constructeur du moteur doit concevoir des espaces pour y installer les éléments indispensable (radiateur, pompe à eau,…), créer des passages d'eau interne au moteur et prévoir un mode de transmission pour animer la pompe à eau et le ventilateur.

Ces moteurs sont cependant moins bruyant, l'eau servant d'isolant phonique autour des cylindres et de la culasse, et moins polluant du fait d'une température de fonctionnement plus basse que sur un moteur refroidi par air, mais sont par contre plus encombrant, plus lourd et plus consommateur d'énergie (pompe à eau et ventilation) que leur les moteurs refroidis par air.

3) Description d'un circuit de refroidissement par eau:

a) Schéma simplifié d'un circuit:

1- Bloc moteur
2- Culasse
3- Radiateur
4- Ventilateur
5- Pompe à eau
6- Poulie entraînement
7- Calorstat
8- Bulbe de prise de température



Flux d'air provoqué par le ventilateur.

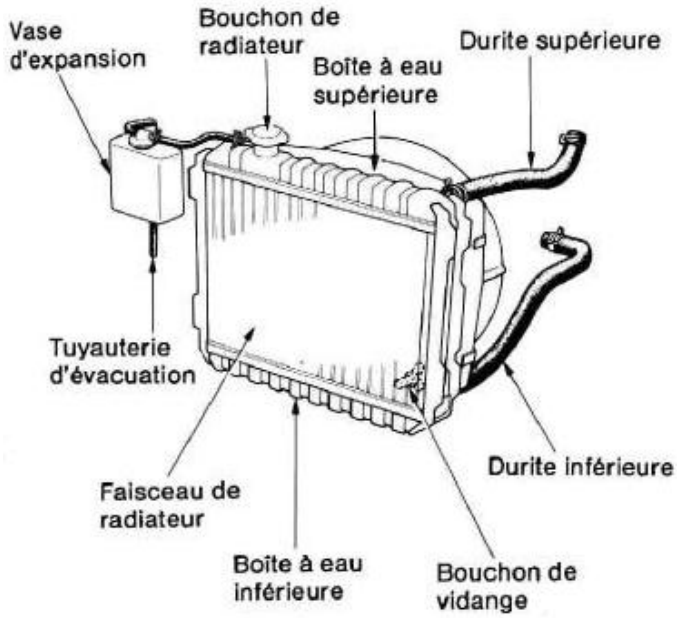
Circuit d'alimentation en eau refroidie

Circuit de retour de l'eau à refroidir.

By-pass de l'eau moteur "froid"

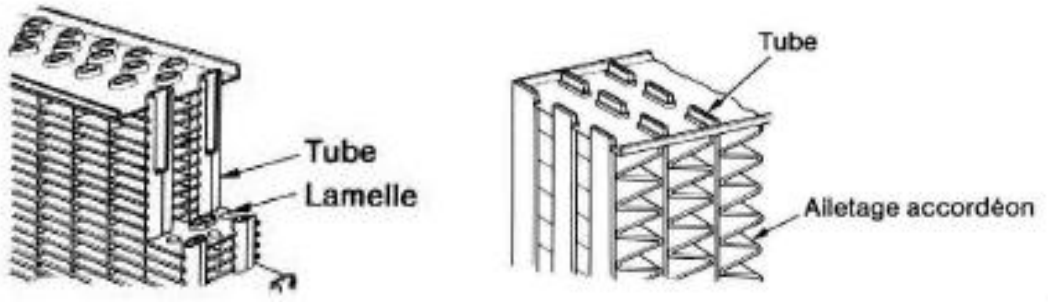
b) Le radiateur:

Le radiateur sert à refroidir le fluide de refroidissement qui a été chauffé lors de son passage dans le bloc moteur et dans la culasse. Il est composé d'un réservoir supérieur, d'un réservoir inférieur entre lesquels est placé un faisceau de tubes.



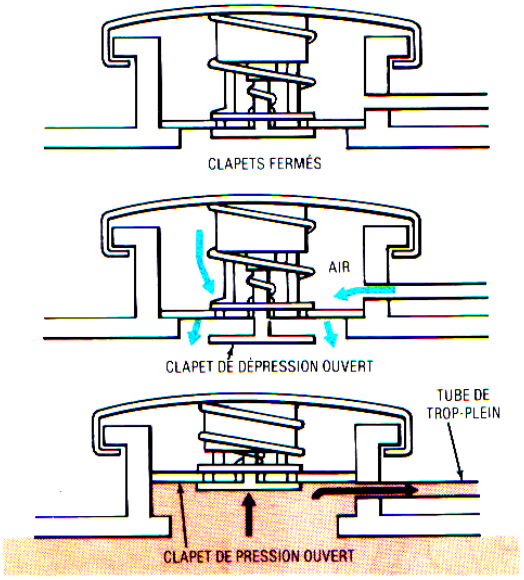
Le liquide de refroidissement circule de haut en bas du radiateur en passant par les tubes du faisceau.
Le radiateur est relié à l'entrée et à la sortie du moteur par des durites (manchons souple en caoutchouc armé serrés par des colliers.
Un bouchon permet le remplissage ou la mise à niveau du liquide de refroidissement. Parfois le réservoir supérieur est relié par un tuyau souple à un vase d'expansion permettant la récupération des excédents de fluide de refroidissement.
Le réservoir inférieur possède un bouchon de vidange pour une éventuelle évacuation du liquide de refroidissement (démontage pour réparation, remplacement du fluide,)

Le faisceau du radiateur est composé d'un grand nombre de tubes verticaux dans lesquels circule le liquide de refroidissement. Entre ces tubes sont placés des lamelles très fines, appelées ailettes, auxquelles sont transmise la chaleur du liquide de refroidissement; Elles sont à leur tour refroidies par un flux d'air généré par un ventilateur caréné proche du radiateur.



Différents types de faisceaux

Le bouchon du radiateur ou du vase d'expansion à un rôle très important. Il joue un rôle de soupape de sécurité permettant au liquide de refroidissement d'atteindre une température de légèrement supérieure à 100°C sans ébullition (production de bulles d'air). Au départ le bouchon est étanche mais il possède un clapet de haute pression qui s'ouvrira dès que la pression dans le radiateur liée à l'augmentation de la température dépassera 0,8 à 1,4 bars (déterminée par le constructeur) évitant une "explosion" du radiateur.
Lorsque le moteur est arrêté, le liquide de refroidissement va peu à peu refroidir créant une dépression à l'intérieur du radiateur. Un clapet dit de "dépression " s'ouvrira alors pour laisser entrer de l'air afin que le radiateur n'implose pas (déformation vers l'intérieur). Les parties constitutives du radiateur d'un tracteur sont assemblées par des brasures à l'étain donc très fragiles. La moindre surpression ou dépression peut créer des défauts d'étanchéité vidant le radiateur de son contenu avec de graves conséquences pour le moteur.



Schémas ci-contre: fonctionnements des soupapes du bouchon du radiateur.

Photo ci-dessous: soupape de dépression

c) La pompe à eau:

Elle assure la circulation de l'eau dans les passages internes du moteur. Entraînée par une courroie elle est opérationnelle dès la mise en route du moteur. Elle est inaccessible sans démontage et vidange du circuit de refroidissement. Sur les moteurs vieillissants, il arrive qu'elle fuie. La fuite peut vider le circuit du liquide de refroidissement, il s'avère urgent de la remplacer le plus rapidement possible.

d) Le ventilateur

Il est constitué par une hélice multi pales entraîné par la ou les mêmes courroies qui animent la pompe à eau. Sur les tracteurs de forte puissance, il peut être viscostatique c'est-à-dire à embrayage automatique. En effet la puissance absorbée par en ventilateur est assez conséquente, environ 3 à 5 ch., le fait de ne l'utiliser que lorsque le liquide de refroidissement a atteint une certaine température, participe à la réduction de la consommation de carburant.

Le flux d'air produit est aspirant pour les moteurs de tracteur et refoulant pour les moteurs à poste fixe (motopompe, groupe électrogène). Il traverse le radiateur en passant entre ses ailettes se chargeant ainsi le la chaleur transportée par le fluide de refroidissement. Le ventilateur permet également de refroidir d'autres échangeurs comme l'intercooler (refroidisseur de l'air admis dans le moteur), le radiateur de climatisation, le radiateur du circuit de lubrification ou encore un radiateur de refroidissement de l'huile du circuit hydraulique.

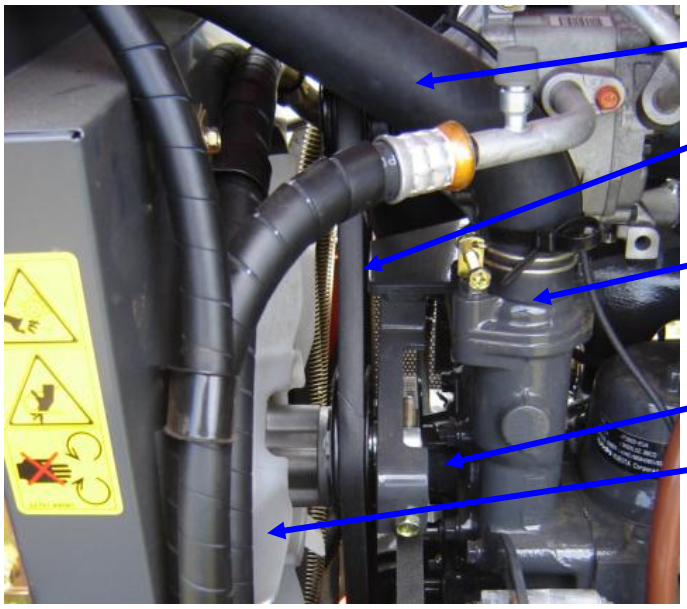
e) Le thermostat:

Il est aussi appelé communément calorstat mais il s'agit d'une appellation commerciale. Il s'agit en fait d'une vanne thermostatique située entre la culasse et le radiateur sur le retour du circuit refroidissement (arrivée supérieure au radiateur). Son rôle est de maintenir constante la température du moteur de l'ordre de 90°C.
Si le liquide de refroidissement atteint une température trop élevée (85°C), la vanne s'ouvrira automatiquement et elle se fermera dès que la température approchera un minimum (75°C).
Ce thermostat est souvent mis en cause à tort lorsque le moteur à tendance à chauffer. Pour certain mécanicien le remède sera de le supprimer mais cette solution n'est pas sans conséquences car sans elle le moteur aura des variations de température trop importante provoquant des dilatations (augmentation de volume) et des contractions (réductions du volume) du métal assez importantes pouvant nuire au fonctionnement du moteur et accélérer son usure.

Si le thermostat est plus fonctionnel, il faut le remplacer.

Photo de gauche:
Vue générale d'un thermostat.

Photo de droite:
Aperçu de la soupape d'ouverture



Emplacement du thermostat sur le circuit de refroidissement

f) Les durites de raccordement:

Ce sont des manchons ou tuyaux en caoutchouc armé (trame de tissus noyée dans le caoutchouc lors de la vulcanisation). Ils établissent les liaisons (alimentation et retour) entre le radiateur et le moteur et absorbent également les vibrations dues au fonctionnement du moteur. Si les raccordements étaient rigides, ces vibrations se propageraient au radiateur pouvant provoquer des ruptures de faisceaux. Le radiateur lui-même est également fixé sur le support avant en reposant sur des entretoises en caoutchouc (silentbloc), afin de réduire la transmission des ondes vibratoires.
Les liaisons sur les entrées et les sorties radiateur et moteur, sont rendues étanches grâce à des colliers de serrage. La pression interne du circuit de refroidissement étant très faible, le couple de serrage doit être modéré afin d'éviter une élongation trop importante du collier pouvant provoquer une rupture à posteriori.

g) La courroie de transmission:

C'est grâce à elle que le circuit de refroidissement peut remplir son rôle. Elle est mise en mouvement par la poulie extérieure du vilebrequin (poulie basse) et entraîne la pompe à eau et le ventilateur. Une rupture de courroie et tout le circuit est hors service.
De nos jours deux types de courroies sont utilisés :

- Courroie trapézoïdale d'une largeur de 10 à 13 mm dont la tension est réglée manuellement en utilisant l'alternateur comme tendeur.
- Courroie plate d'une largeur de 20 à 50 mm dont la tension est réglée par un tendeur automatique.

Cette courroie sert également à entraîner l'alternateur et parfois le compresseur de climatisation.

h) Le liquide de refroidissement:

Il est composé d'eau à laquelle il est rajouté un produit à base de glycol (mono éthylène glycol ou di éthylène glycol ou mono propylène). Ces produits ont un double rôle: éviter que l'eau présente dans le liquide de refroidissement ne gèle (ne concerne pas la Nouvelle Calédonie) et éviter les dépôts de rouille à l'intérieur du moteur.
L'eau pure n'est pas conseillée car elle provoque l'oxydation des parties métalliques souvent à l'origine de colmatage dans la culasse (passages étroits)

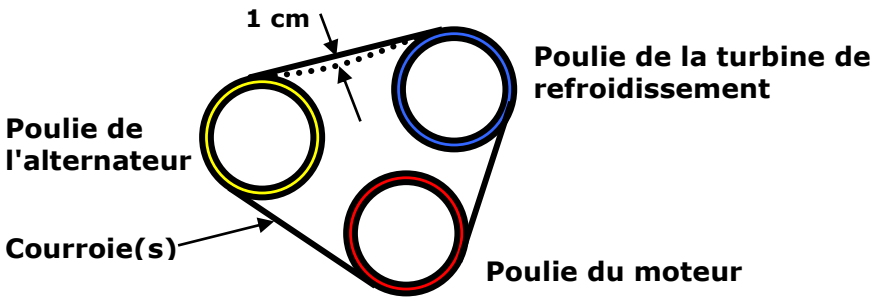
4) Entretien du circuit de refroidissement:

a) Le circuit de refroidissement par air:

Il est très simple à réaliser car le circuit n'est pas complexe:

- Contrôle régulier des ailettes des cylindres et des culasses et nettoyage si nécessaire à l'aide d'air comprimé. Ce type d'intervention demande le démontage d'un "couvercle" pour atteindre les parties internes (se référer au manuel d'entretien spécifique au moteur).

- Contrôle de l'état et de la tension de la ou des courroies de transmission.
  - Pour contrôler l'état, il suffit de "tordre" légèrement la courroie et de vérifier d'éventuelles coupures.
  - Pour contrôler la tension il suffit d'appuyer avec un doigt sur la courroie. Une bonne tension correspond à une flexion d'environ 1 cm. En cas de tension trop faible elle peut être est corrigée en agissant sur l'alternateur qui sert de tendeur.



Attention une tension trop importante peut détériorer les roulements de la turbine et de l'alternateur et induit une usure prématurée de la courroie. Par mesure de précaution une courroie se change toutes les 1000 heures de fonctionnement. Lors du changement de ou des courroies, il est important de vérifier l'état des roulements de la turbine. Ce contrôle consiste à la faire tourner manuellement et à écouter si les roulements ne font pas de bruit. Si c'est le cas, il faut procéder à leurs remplacements très rapidement. Si ces roulements "lâchent" les pales de la turbine frotteront contre le carter avec un risque majeur de casse.

b) Le circuit de refroidissement eau +air:

Ce type de circuit est plus complexe que le précédent mais a des avantages indéniables comme une plus grande stabilité de la température de fonctionnement donc une meilleure lubrification et une pollution moindre, ainsi que des émissions sonore plus faibles car le liquide de refroidissement assure une meilleure isolation. L'entretien sera, par contre, plus long et plus rigoureux lié au fait qu'il y a deux circuits à contrôler: le circuit interne (liquide de refroidissement) et le circuit externe (circuit d'air servant à refroidir le liquide de refroidissement).

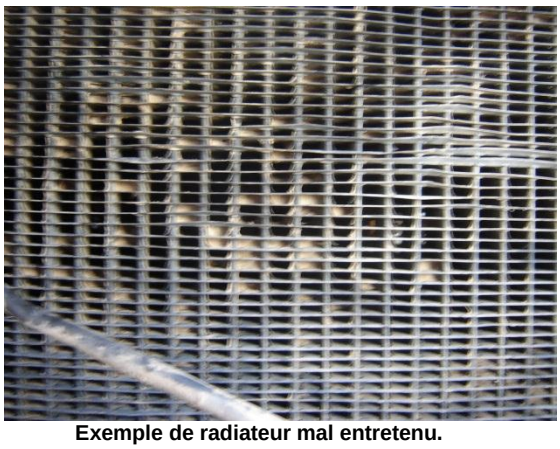
b1) Entretien du radiateur:

Le radiateur étant à la fois un échangeur et un réservoir, il nécessitera une attention toute particulière.

- ***Etat extérieur du faisceau:*** nettoyage avec de l'air comprimé dans le sens inverse du passage de l'air aspiré par le ventilateur. Ce nettoyage n'est pas systématique mais dépend des conditions de travail du moment et de la nature même des travaux. Ainsi un travail de broyage (utilisation du gyrobroyeur ou du tondobroyeur) en période sèche, nécessitera un voire deux nettoyage par jour. Par contre pour des travaux du sol en condition humide, le nettoyage ne sera pas journalier mais plutôt hebdomadaire.

Le nettoyage à l'eau n'est pas conseillé pour un entretien journalier car les impuretés pouvant restées entre les faisceaux risquent en séchant, de colmater les passages d'air. Certaines parties du radiateur sont difficilement accessibles et il sera donc difficile d'éliminer toutes les saletés sans démontage des carters enveloppant le radiateur. Cette opération de nettoyage à l'eau est réservée pour les travaux de grande maintenance. Si le radiateur est régulièrement inspecté et nettoyé, il n'y aura pas de recours au nettoyage à l'eau.

Il ne faut jamais utiliser de nettoyeur haute pression pour nettoyer un radiateur. Les risques de détérioration des faisceaux sont majeurs.



Exemple de radiateur mal entretenu.

Ci contre: photo du faisceau d'un radiateur partiellement colmaté.
Dans ce cas, un nettoyage à l'air sera inefficace. L'utilisation d'un jet d'eau et sans doute un démontage de l'élément sera inévitable.

b2) Contrôle du liquide de refroidissement:

Si le radiateur est en parfait état et que la température du moteur a été stable, il y a peu de chance que le niveau du liquide de refroidissement est diminué. Un contrôle hebdomadaire peut suffire. Par contre en conditions de travail extrême et dans le cas d'un faisceau du radiateur en mauvais état (suintement au niveau des soudures du faisceau), il faudra contrôler le niveau du liquide tous les jours.

Il peut arriver que de l'eau s'écoule par le tuyau de trop plein relié au bouchon du radiateur ou du vase d'expansion. Cela signifie que le liquide de refroidissement a dépassé sa température d'ébullition créant une surpression dans le radiateur d'où le débordement. Cas de figure est la conséquence d'une mauvaise gestion du tracteur (effort trop important sur une longue période du à un sous régime ou à une vitesse d'avancement trop importante).

Une complémentation en liquide de refroidissement se fait toujours le matin avant la mise du moteur ou en cours de journée après que le moteur soit refroidi. Ouvrir un bouchon de radiateur ou de vase d'expansion lorsque le moteur est chaud est très dangereux. Le liquide chaud étant sous pression (voir paragraphe bouchon du radiateur), Dès que le bouchon sera desserré la pression interne se détendra propulsant le liquide brûlant à plusieurs dizaines de centimètres, donc à proximité de la main et de l'avant-bras utilisé pour ouvrir le bouchon.

Le liquide de refroidissement se remplace au moins une fois toutes les 100 heures de travail. Un rinçage du circuit peut s'avérer utile mais n'est pas systématique. Enfin les liquides de refroidissement de marques différentes sont miscibles c'est-à-dire qu'il est possible de les mélanger.

b3) Contrôle du bouchon du radiateur ou du vase d'expansion:

Comme décrit précédemment le bouchon, quel que soit le système (avec ou sans vase d'expansion), joue un rôle très important. Il permet de limiter les surpressions liées à l'échauffement du liquide de refroidissement ainsi que les dépressions lors des phases de refroidissement de ce même liquide.
Il est donc opportun de vérifier régulièrement l'état du joint et des clapets. Lors du serrage le bouchon doit être parfaitement joint à son support et ne pas tourner dans le vide.
Particularité à la Nouvelle Calédonie: contrôle très fréquent de l'extrémité du tube trop plein surtout si le tracteur ou l'automoteur est resté plusieurs semaines à l'arrêt. En effet les "guêpes maçonnes" obturent souvent ces orifices pour déposer une larve. Les conséquences peuvent être assez grave comme la déformation du radiateur lors de sa mise sous pression avec comme conséquences directe la rupture de soudures au niveau des réservoirs supérieur et inférieur.

b4) Contrôle de la courroie du ventilateur:
La procédure est identique à celle du circuit de refroidissement par air:

- Contrôle de l'état.
- Contrôle de la tension.
- Remplacement toute les 1000 heures d'utilisation.

b5) Contrôle des durites:
Il s'agit essentiellement d'un contrôle visuel afin de déceler d'éventuels suintements de liquide, signe annonciateur de serrage insuffisant (colliers défectueux) ou de porosité du caoutchouc (durite vieillissante). Au toucher (pincement), une durite doit rester souple. Si ce n'est pas le cas cela signifie que leur remplacement doit être programmé.

b6) Contrôle des éléments de sécurité:
A tout moment le chauffeur du tracteur peut contrôler la température de fonctionnement du moteur grâce à des indicateurs situés sur le tableau de bord:

- Un voyant lumineux qui s'allume en cas de surchauffe. Cette méthode de contrôle est cependant peut efficace avertira le chauffeur en dernière limite. Ce dernier devra donc agir en urgence (arrêt du moteur) pour voir d'où vient le problème.
  Pour contrôler si le voyant est opérationnel, la procédure est la même que pour la pression d'huile: le contact mis le témoin s'allume et dès que le moteur est en marche il doit s'éteindre.
- Un manomètre avec des secteurs coloré ou des indications de température:

Le manomètre à l'avantage d'étudier l'évolution de la température. Le chauffeur connaissant son tracteur sait à quel niveau se situe le fonctionnement normal du moteur. Si au cours du travail qu'il effectue, l'aiguille indicatrice se rapproche du secteur rouge ou de la température maximum autorisée, il aura la possibilité de faire un contrôle a priori et éviter d'atteindre la valeur de température limite autorisée. Les cas possible sont:

- Faisceaux du radiateur encrassés (très fréquent).
- Perte du liquide de refroidissement suite à une rupture de durite ou une fuite importante au niveau du radiateur (très fréquent).
- Rupture ou défaut de tension de la courroie du ventilateur (fréquent).
- Circuit interne du liquide de refroidissement encrassé (peu fréquent).
- Défaut de fonctionnement du thermostat (rare).

La conséquence d'un défaut de refroidissement d'un moteur (dépassement important des valeurs maxi tolérée) abouti dans tous les cas à une rupture du joint de culasse.

Résumé de l'entretien du circuit de refroidissement:

➢ Moteur à refroidissement par air:

ENTRETIENS QUALITATIFS:

- Contrôle de l'état et de la tension de la ou de courroies.
- Remplacement de la ou des courroies toutes les 1000 heures d'utilisation.
- Nettoyage des ailettes de la culasse et du cylindre au moins à chaque vidange du moteur (150 à 200 heures d'utilisation).

➢ Moteur à refroidissement à eau + air:

ENTRETIENS QUALITATIFS:

- Contrôle de l'état extérieur du radiateur au moins une fois toutes les 50 heures d'utilisation.
- Contrôle de l'état et de la tension de la ou de courroies.
- Contrôle régulier du bouchon du radiateur et de son tuyau de trop plein.
- Contrôle du fonctionnement du témoin ou du manomètre de contrôle.
- Remplacement de la ou des courroies toutes les 1000 heures d'utilisation.
- Remplacement du liquide de refroidissement toutes les 1000 heures d'utilisation.
- Contrôle régulier des durites souples.

ENTRETIENS QUANTITATIFS:

- Contrôle du niveau du liquide de refroidissement au moins une fois toutes les 50 heures (= une semaine).

Conclusion:

L'entretien d'un moteur est une opération vitale et doit être pris au sérieux. Il nécessite quelques connaissances particulières que tout utilisateur peut acquérir sans être obligé de suivre une formation longue et complexe.

Lors de l'achat du tracteur ou de l'automoteur le concessionnaire doit fournir le livret d'utilisation et d'entretien, c'est obligatoire!

Ce livret doit être lu avec grande attention car toutes les préconisations y sont prescrites:

- Périodicités précises.
- Types de produits à utiliser.
- Emplacement des points de contrôle.
- Capacités des réservoirs (carters, radiateur).
- Etc.

Savoir réaliser une grande partie de l'entretien est important surtout lorsque l'exploitation est isolée ou que le concessionnaire est à plusieurs dizaines de kilomètres. La durée de vie d'un moteur diesel classique (ancienne génération) est estimée à 7–8000 heures d'utilisation. Un défaut d'entretien récurant peut raccourcir cette espérance de fonctionnement de plus de 50%!

En terme de temps, l'entretien c'est: dix minutes avant chaque utilisation, une heure toutes les cinquante heures d'utilisation et un respect strict des périodicités pour les remplacements et les vidanges.